Estratto dal Periodico
L'INGEGNERIA CIVILE E LE ARTI INDUSTRIALI
VOLUME XXX

Ing. **GAETANO CRUGNOLA**

CONSIDERAZIONI
SULLE PIENE DEI FIUMI

SPECIALMENTE DELLA GERMANIA

A PROPOSITO DI UNA CONFERENZA

TORINO
TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO DI N. BERTOLERO
EDITORE
Via Bodoni, 2 e Carlo Alberto, 33

1904.

TORINO - TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO - TORINO

DELLO STESSO AUTORE

— Metodo grafico pel calcolo dei movimenti in terra. 2ª edizione L. 7 50
— Dei tetti metallici. Applicazioni dei metodi grafici allo studio della stabilità delle incavallature . . . . . » 4 —
— Sulla spinta delle terre e delle masse liquide. Lavoro corredato di un elenco di 87 opere e scritti sopra la stessa materia. Un volume in-8° grande, con un atlante di 8 tavole . . . . . » 5 —
— Sui muri di sostegno delle terre e sulle traverse dei serbatoi d'acqua. Volume in-8°, con atlante di 34 tavole . . . . . » 15 —
— Stabilità delle costruzioni in ferro ed in acciaio e calcolo delle loro dimensioni in armonia colle più recenti esperienze. Traduzione dal tedesco dell'opera del prof. G. W. J. Weyrauch. Con atlante di 4 tavole . » 5 —
— Ferrovia economica fra Montesilvano e Penne. Relazione: Piano generale. — Profilo longitudinale. — Calcolo sommario della spesa. Con 3 tavole. . . . . » 4 —
— Dei ponti girevoli in ... emente costruito per l'arsenale di Taranto. Co... . . . . » 5 —
— Il nuovo serbatoio d... 'acquedotto omonimo di Nuova-York. Con 1 t... . . . . » 1 50
— Il nuovo acquedotto ... d'acqua potabile la città di Nuova-York. Secon... . . . . » 2 —
— Il ponte sul golfo di ... in Iscozia. Con 2 tavole ed 1 figura nel testo. . . . . » 3 —
— Di alcune fondazioni ... rreni facilmente amovibil col sistema dei pozzi. . . . . » 2 —
— L'Adige, sue condizi... istemazione nel suo alveo. Con 3 tavole e 14 fi... . . . . » 2 50
— I lavori pubblici nel ...). Vol. di 126 pagine, con 2 tavole e 32 figure. . . . . » 3 —
— Studi e lavori esegu... per le Strade ferrate del Mediterraneo, dal 1885 al 1897. Con 1 tavola . . . . . » 1 —
— Nuovi studi intrapresi in Germania per ricercare le cause delle inondazioni ed i provvedimenti atti a scemarle. Memoria I. — L'Oder e il suo bacino idrografico. Con 2 tavole . . . . . » 2 —
— Nuovi studi intrapresi in Germania per ricercare le cause delle inondazioni ed i provvedimenti atti a scemarle. Memoria II e III, caduna. » 1 —
— Il Gotico del Duomo di Milano e i monumenti lombardi dello stile di transizione. . . . . » 1 —
— La condottura d'acqua di Scutari e di Cadiköi (Calcedonia). Con 1 tavola e una figura nel testo . . . . . » 1 —
— La Chiesa di Sant'Andrea in Mantova. Con 1 tavola . . . » 1 —
— Gl'impianti meccanici ed elettrici per i servizi tecnici generali dell'Esposizione Universale del 1900 a Parigi. Con 1 tav. e 4 fig. nel testo » 2 —
— L'Elba ed il suo bacino idrografico. Con 1 tav. ed 1 fig. nel testo » 2 50
— Sulla proposta di un profilo economico di diga per formazione di laghi artificiali. Con 1 tavola . . . . . » 1 —
— Il Primo Rinascimento Lombardo nel periodo del suo apogeo » 2 —
— L'utilizzazione delle acque nella Scandinavia e nelle Alpi. Con 36 figure nel testo . . . . . » 2 50
— La Cupola del Gran Rifrattore dell'Osservatorio astro-fisico di Postdam. Con 2 tavole . . . . . » 1 50
— Il Niemen o Memel, la Pregel e la Vistola e rispettivi bacini idrografici. — Volume in formato grande con 2 tavole . . . » 2 —

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA
Legato Anselmi
OA. - b
732

Estratto dal Periodico
L'INGEGNERIA CIVILE E LE ARTI INDUSTRIALI
VOLUME XXIX

Ing. GAETANO CRUGNOLA

CONSIDERAZIONI
SULLE PIENE DEI FIUMI

SPECIALMENTE DELLA GERMANIA

A PROPOSITO DI UNA CONFERENZA

TORINO
TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO DI N. BERTOLERO
EDITORE
Via Bodoni, 2 e Carlo Alberto, 33

1904.

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA

---

*È interdetta la riproduzione e la traduzione delle Memorie pubblicate nell'*Ingegneria Civile.

L'EDITORE.

CONSIDERAZIONI SULLE PIENE DEI FIUMI SPECIALMENTE DELLA GERMANIA A PROPOSITO DI UNA CONFERENZA (1)

Le piene ordinarie dei fiumi sono fenomeni così comuni e periodici che passano, direi, inavvertite, almeno per la generalità degli abitanti di un paese. Non così le piene straordinarie, le quali, e per la loro grandiosità e le disastrose conseguenze che le accompagnano, e pei lunghi intervalli che intercedono dall'una all'altra per un medesimo fiume, risvegliano in grado eminente l'attenzione non solo delle popolazioni, alle quali purtroppo riescono fatali, ma di tutto un paese, di una nazione. Però come accade per esse, che in un brevissimo periodo di tempo appariscono, infieriscono e cagionano danni immensi, ma poi i corsi d'acqua che ne furono oggetto ritornano nella loro calma ordinaria e le acque rientrate nell'alveo scorrono pacifiche al mare quasi nulla fosse avvenuto, così succede anche dell'opinione pubblica: essa si allarma all'annuncio delle piene, leva alta la voce chiedendo soccorsi per le popolazioni colpite e rimedio ai danni verificatisi, invoca provvedimenti perchè più non abbiano a manifestarsi; e le Autorità si fanno l'eco di tali lagnanze e reclami, si accingono allo studio dei fenomeni e dei provvedimenti invocati, si fanno numerose proposte e progetti, poi, poco a poco, prima ancora che i progetti vengano anche solo parzialmente attuati, tutto rientra nella calma primitiva, come se nulla fosse stato; nessuno più pensa ai corsi d'acqua, fino a che questi, dopo un certo periodo di tempo, ritornano a inveire e si riproducono gli stessi

(1) *Die Hochwassererscheinungen in den deutschen Strömen.* — Conferenza del consigliere intimo HERMANN KELLER al Congresso dei naturalisti il 22 settembre 1903. — H. Costenoble, editore, Jena, 1904.

fenomeni, gli stessi danni, si ripetono le medesime lagnanze, si iniziano nuovi studi col medesimo risultato, e così di seguito.

Noi abbiamo già ripetutamente richiamata l'attenzione dei lettori dell'*Ingegneria* su questo modo di succedersi delle cose, e però dobbiamo pure rilevare che le Autorità non si rimangono proprio nell'inazione assoluta, come apparentemente si potrebbe credere ; la grandiosità e il costo dei provvedimenti invocati, la poca efficacia di molti di essi, sono cause che ritardano o obbligano a procedere con una certa lentezza e non dappertutto con quella energia che sarebbe desiderabile, ma che non è sempre possibile.

E per limitarci all'argomento che ci siamo proposti nel presente articolo, diremo che la Prussia nell'ultimo decennio ha fatto su questa via dei passi veramente giganteschi, che, avuto riguardo al breve tempo nel quale sono stati compiti, sembrano davvero meravigliosi. In questo stesso periodico (1) noi abbiamo tenuto dietro ai lavori che si andarono mano mano compiendo, ed abbiamo riferito sul progresso e sui risultati dei medesimi. Essi erano stati disposti da un Decreto sovrano del 28 febbraio 1892, emesso appunto in seguito alla commozione suscitata nel pubblico tedesco dalle terribili inondazioni che si succedettero nei decenni dal 1870 al 1890, il quale ancora una volta si faceva a chiedere la causa di tali inondazioni e i provvedimenti per evitarle o renderle per lo meno innocue.

La direzione tecnica di questi studi veniva affidata all'ispettore idraulico Hermann Keller, ben noto agli italiani, fra i quali conta numerosi amici e di cui gode le migliori simpatie. Dopo quanto già abbiamo detto negli studi sopra citati dell'attività da lui spiegata, non è più il caso di ripetere qui i grandi meriti che egli si è acquistati nell'attuazione del mandato ricevuto.

Il Congresso dei naturalisti e medici tedeschi, che ebbe luogo nel settembre 1903 in Cassel, diede occasione all'ispettore Keller, invitato, di tenere una conferenza davanti alle

(1) Anni 1896, pag. 167 e seguenti ; 1898, n. 4 a 11 ; 1899, n. 12 ; 1900, n. 9, 10 e 11 ; 1901, n. 1 ; 1902, n. 21, 22, 23 e 24.

Sezioni riunite di geografia, idrografia, geofisica e metereologia. La sua conferenza aveva lo scopo di apportare un contributo allo studio delle leggi secondo cui hanno origine e si manifestano i fenomeni delle piene nei corsi d'acqua della Germania, per richiamare l'attenzione degli studiosi e delle Autorità sopratutto sulle questioni scientifiche e pratiche che si collegano a questo tema così importante. Egli corrispose all'invito avuto in modo splendido e non solo i periodici speciali, ma la maggior parte delle Riviste di coltura generale e la stampa quotidiana riassunsero il contenuto della sua conferenza. Noi, nonostante ne avessimo tutto il desiderio, non imitammo gli altri periodici, perchè avendoci l'Autore partecipato che la sua conferenza sarebbe stata pubblicata, preferimmo attenderla. Ed ora che è venuta alla luce, volentieri ne facciamo argomento di studio.

Osserviamo però subito che la conferenza, come è stata pubblicata, si è arricchita in modo notevole. La conferenza stessa è rimasta nella sua forma originale, ma l'A. vi ha aggiunte delle osservazioni e considerazioni in 17 paragrafi, che costituiscono tanti problemi, dei quali ciascuno potrebbe formare oggetto di un particolare articolo.

Dopo quanto si è detto sul conto dell'Autore, sulla mole gigantesca delle monografie pubblicate su tutti i fiumi della Germania settentrionale, si comprenderà agevolmente come nessun altro meglio di lui poteva avere una competenza così assoluta per trattare l'argomento. Non ci si fraintenda, chè non vogliamo con ciò asserire che altri non conosca al pari di lui e forse anche più profondamente alcuni corsi di acqua della Germania; ma nessuno più di lui poteva essere in grado di abbracciarne tutto l'insieme.

*

L'A. inizia la sua conferenza descrivendo le piene avvenute nel giugno 1903 nell'Oder, nella Vistola e in alcuni dei loro affluenti, piene disastrose che cagionarono danni considerevoli, specialmente quella dell'Oder, la stima dei quali ascende a molti milioni di lire. Non intendiamo di seguirlo su questa via, poichè per noi italiani l'esposizione retrospettiva avrebbe poca importanza, e per mantenerci nei limiti che ci siamo imposti per questo studio non sarebbe possibile svolgere l'argomento con la larghezza richiesta.

Invece, dalla sua esposizione, procureremo di trarre degli ammaestramenti di ordine generale. Uno dei fenomeni più appariscenti che si manifestano nelle piene dei grandi fiumi e che merita tutta la nostra attenzione, è l'andamento delle acque, o, diciamo meglio, della corrente. Questo non ha luogo in modo uniforme, poichè se noi consideriamo il fiume in tutto il suo percorso, scorgiamo che discendendo da monte a valle la piena si distende e si allunga, vale a dire, il pelo d'acqua si appiattisce; ed è un fenomeno più o meno generale, comune a tutti i grandi fiumi soggetti a inondazioni.

Ricercando le origini del fenomeno, è facile vedere che proviene da due cause: la prima, da esondazioni che hanno luogo lungo l'asta del corso d'acqua e che diminuendone la portata abbassano il livello della piena, ne appiattiscono il profilo superiore; la seconda, dall'arrivo dei colmi delle piene degli affluenti nel recipiente prima o dopo che il colmo suo sia pervenuto al punto della confluenza; ciò costituisce una alimentazione che allunga necessariamente la piena.

Queste due circostanze sono state rimarcate dagli idraulici che si occuparono della questione fino dai tempi più antichi, e non potevano sfuggire alla loro osservazione. Il Guglielmini, là dove parla degli effetti delle rotte (1), tratta a lungo della prima di esse. Della coincidenza o meno delle piene degli influenti con quella del recipiente noi stessi abbiamo trattato largamente in questo medesimo periodico (2), e poi ripetutamente in varie occasioni richiamata sopra di essa l'attenzione degli idraulici.

Secondo l'estensione della superficie laterale invasa dalle acque di esondazione varia il grado di distendimento del colmo d'una piena: diminuisce e si allunga col crescere della medesima. Una conseguenza immediata è l'aumento della durata della piena, poichè le acque straripate hanno bisogno di un tempo molto lungo per ritornare nel recipiente e smaltirsi. Ne risulta che la portata massima al minuto

---

(1) D. Guglielmini, *Della natura dei fiumi*, vol. 2, pag. 129 e 130. — Società tipografica dei classici italiani. — Milano, 1853.

(2) *Coincidenza delle piene in parecchi affluenti di un corso d'acqua principale*, « Ingegneria Civile », 1884, n. 6.

secondo diminuisce notevolmente. Però qui viene in campo l'altro elemento, l'apporto o contributo degli affluenti; man mano che si discende da monte a valle s'incontrano questi corsi d'acqua secondari, i quali alimentano il principale e riparano le perdite da esso subite lungo il suo percorso, talora nella totalità, talora in grado minore, e bene spesso anche in quantità maggiore, se sono essi stessi in piena. L'aumento può raggiungere un massimo quando il colmo delle piena di ciascun affluente coincide alla confluenza con quello del recipiente, il che per fortuna si verifica assai di rado o mai (1); per cui non si deve dire che l'aumento può raggiungere un massimo, ma invece che l'approssimazione è tanto maggiore, quanto più grande è il numero degli influenti pei quali ha luogo la coincidenza riferita. In generale il loro contributo si limita ad allungare la piena, sia che arrivino col loro colmo prima, sia che arrivino dopo il passaggio del colmo del recipiente.

Restano così chiariti i due fenomeni del distendimento del colmo di un corso d'acqua in piena e dell'allungamento o durata di questa. E evidente che una quantità di circostanze influisce sulla manifestazione di tali fenomeni e, secondo i casi, possono avere delle conseguenze più o meno fatali. Così talvolta, nonostante la grande altezza alla quale le acque di piena si elevano, la portata massima si mantiene dentro certi limiti e la durata pure, limitandosi a pochi giorni e non avvenendo esondazioni laterali, la piena si smaltisce senza cagionare danni di sorta. Altrove invece può crescere considerevolmente la portata per minuto secondo, restando l'altezza del pelo mediocre, in causa delle esondazioni (2); la durata della piena viene allora allungata, e se essa coincide coll'epoca nella quale la vegetazione ne può soffrire danno, le conseguenze, in causa delle esondazioni, riusciranno disastrose.

---

(1) « ..... di rado incontrandosi che i fiumi influenti s'accrescano tutti in un tempo ». GUGLIELMINI, op. cit., vol. 2, pagina 116. E appresso: « ..... è difficile che s'incontrino tutti a portare successivamente ed in tempo proporzionato le loro piene nell'alveo del recipiente ..... », idem, pag. 122.

(2) GUGLIELMINI, op. cit., vol. 2, pag. 119.

Nelle piene estive in qualche fiume si verifica un distendimento del colmo notevole, per essere l'alveo larghissimo ed anche per le grandi estensioni di terreno dove, esondando, le acque hanno libero sfogo senza arrecarvi danno per la natura di esso. Gli affluenti inferiori non portano piene e quindi non concorrono ad alimentare quella del corso principale, la quale viene così a smaltirsi poco a poco senza minacciare i paesi inferiori. Invece la cosa può cambiare interamente di aspetto nelle piene invernali, quando cioè anche gli affluenti inferiori sono in piena e apportano tanta acqua da fare elevare rapidamente il livello e aumentare considerevolmente la portata, cosicchè, sebbene la durata della piena sia breve assai, ne derivano dei danni enormi, accresciuti bene spesso anche dai ghiacci che si rompono, si accumulano in dati punti e danno luogo a delle ostruzioni, obbligando a disalveamenti, che invadono le pianure dove le conseguenze riescono disastrose.

Un'altra considerazione a farsi è quella della velocità di propagazione della piena, ossia della velocità con cui si muove il colmo della medesima. Non sempre dipende la maggiore velocità dalle livellette più forti, ma bene spesso vi influiscono altre circostanze, e innanzi tutto la conformazione dell'alveo. In molti luoghi esso trovasi ristretto da argini longitudinali eretti per contenere le acque, senza di che le pianure circostanti sarebbero inabitabili. Questo restringimento del profilo di scolo è causa di un aumento della velocità; in generale il colmo si propaga con maggiore velocità quando la piena è arrivata fino al ciglio delle sponde; la velocità invece diminuisce tosto che le acque esondano e si estendono sopra una superficie laterale più o meno estesa. Quando però l'esondazione si mantiene fra gli argini maestri, arrivando l'acqua al loro piede, o lambendo il piede delle pendici che costituiscono la valle, quando mancano gli argini, la velocità aumenta tosto che l'acqua comincia ad elevarsi al disopra di questo livello, poichè in tal modo si è formato un nuovo alveo nel quale sono comprese e sommerse le golene.

*

Uno degli elementi di grande influenza nelle piene è la provenienza delle medesime, vale a dire se hanno origine dalla parte montuosa del bacino o dal contributo degli affluenti della pianura. Generalmente per un corso d'acqua molto lungo si verifica il caso che le piene degli affluenti del tronco superiore non coincidono con quelle del tronco inferiore; poichè se quelle avvengono in estate sono prodotte da temporali che non hanno mai una grande estensione e per conseguenza non coinvolgono che una piccola parte del bacino imbrifero; e quando si verificano in montagna gli affluenti della pianura sono poveri d'acqua; perciò le piene estive vengono alimentate ed accresciute dagli affluenti del bacino montuoso.

Nell'inverno invece, sono in piena i corsi d'acqua della pianura e alimentano le piene iemali (primaverili) che discendono dal tronco superiore, dove lo scioglimento delle nevi prolungandosi nei mesi primaverili fino a giugno, mantiene a lungo la durata delle piene, senza dare loro grande elevazione, sicchè mentre nella montagna possono essere non considerevoli, arrivate nella pianura vengono alimentate dagli affluenti inferiori e così il pelo della piena si eleva, la portata aumenta e la durata si allunga.

Evidentemente queste manifestazioni non si possono generalizzare in modo assoluto, poichè dipendono dalla varia disposizione e posizione degli affluenti in rapporto al corso principale e sopratutto dalla latitudine e natura del paese a cui appartiene il bacino idrografico. Quest'ultima circostanza è causa della diversa ripartizione delle precipitazioni le quali in certi distretti possono essere maggiori in estate che non nell'inverno, e viceversa in altri, donde una diversità notevole nella manifestazione delle piene. Guglielmini aveva già notato questo fenomeno e dato forma al medesimo coll'assioma: « Hanno i fiumi certi tempi determinati nei quali per lo più succedono le maggiori escrescenze di tutto l'anno »; e spiegavalo: « poichè altri si gonfiano la primavera e l'autunno; altri, restando bassi tutto il resto dell'anno, s'accrescono solo l'estate..... » (1).

(1) Op. cit., vol. 2, pag. 123.

Le piene non dipendono solo dalla quantità delle precipitazioni in una determinata parte del bacino, ma sopra tutto dalla grande quantità di esse in un periodo di tempo brevissimo, specie se abbracciano una vasta estensione del bacino, montuosa e di pianura. Circostanza poi favorevole a una grande piena è quando tali forti precipitazioni sono precedute da pioggie continue per molti giorni, che hanno saturato il terreno. Da queste condizioni dipende il coefficiente di scolo, ossia il rapporto fra l'acqua che si smaltisce pei corsi d'acqua e quella caduta sul bacino; tale coefficiente varia dentro limiti molto lontani, secondo la quantità d'acqua che viene assorbita dal terreno e quella che si evapora. In generale le forti precipitazioni si verificano in estate; le piene che ne sono la conseguenza gonfiano rapidamente, ma si smaltiscono anche colla stessa rapidità. Le piene invernali invece vengono alimentate dallo scioglimento delle nevi, il quale spesso si interrompe la notte e non sempre si produce rapidamente; le acque non si elevano quindi a grandi altezze, ma le piene hanno invece maggiore durata. Per cui possiamo concludere, che nei corsi d'acqua montuosi le piene iemali hanno lunga durata e gonfiano poco, il loro profilo è appiattito e disteso; le estive invece sono elevate e rapide, il profilo assume una forma quasi in punta.

Nei corsi d'acqua della pianura le cose avvengono in modo affatto opposto. D'ordinario un temporale che inonda la montagna per quanto violento, anzi appunto perchè tale, non arriva nella pianura o vi apporta poca pioggia, la quale si smaltisce assai lentamente per la poca pendenza del terreno del bacino e del letto del corso d'acqua. Aggiungasi che: evaporazione, filtrazione e assorbimento per parte della vegetazione, l'evaporazione poi, resa assai più intensiva dalla facilità con cui il vento asporta i vapori sopra grandi estensioni piane e senza impedimenti, concorrono a diminuire la quantità d'acqua che affluisce nei fiumi. Perciò in questi non si verificano delle piene notevoli in estate, od eccezionalmente solo là dove lo scolo è reso difficile da ostruzioni di alveo o da altri ostacoli; e qui si può rimediarvi allontanando tali ostacoli, come pure un' accurata manutenzione degli alvei, facilitando sempre più lo scolo, è bene spesso

sufficiente per evitare le esondazioni e gli straripamenti delle piene originate da pioggie dirotte e veementi.

Questa manutenzione però non basta più a smaltire le piene primaverili cagionate dallo scioglimento delle nevi; la vegetazione in quell'epoca è ancora inerte e non assorbe gran quantità d'acqua, l' evaporazione è minima, la filtrazione impedita dal gelo e durezza del terreno; lo scioglimento delle nevi incomincia talvolta in determinati punti, e nei primordi si arresta la notte o in giorni freddi, ma appena il gelo cessa completamente, le nevi si liquefanno con grande rapidità e sopra grandi estensioni, e quantità considerevoli d'acqua si convogliano al piano, dove i fiumi gonfiano e le piene alzano il loro pelo ad altezze straordinarie, e durano a lungo, sicchè il loro colmo assume una forma appiattita e distesa.

*

Da quanto siamo venuti esponendo è lecito conchiudere, che in un fiume di montagna od anche solo nel tronco montuoso di un corso d'acqua, le piene causate da temporali estivi sono in numero assai maggiore che non quelle iemali o primaverili dovute allo scioglimento delle nevi; e viceversa, in un fiume di pianura o nel tronco inferiore alimentato specialmente da affluenti di pianura, le piene iemali e primaverili sono assai più numerose che non quelle estive originate da temporali. Questo può servire di caratteristica per la generalità dei fiumi europei quando non vi siano altre circostanze che vi influiscano.

Una di queste è la vicinanza del mare. Il mare esercita la sua influenza non solo nelle pianure lungo la costa, ma talvolta anche nei paesi montuosi del tronco medio del corso d'acqua, dove hanno origine numerosi affluenti, mantenendovi un clima marino, che è ben diverso dal clima continentale. Dove ciò ha luogo, l' inverno è più mite, l' estate più fresca, la primavera viene con qualche precedenza e le precipitazioni sono più forti e più regolarmente ripartite nelle varie stagioni, e sopratutto cadono in pioggia a preferenza che in altra forma. Il gran numero di pioggie invernali aumenta il numero delle piene in questa stagione, anche

perchè le acque cadute scolano più rapidamente e con minori perdite, sicchè le piene che ne conseguono, aggiungonsi a quelle causate dallo scioglimento delle nevi ed alterano le proporzioni sopra indicate. Nelle regioni invece, dove sebbene in pianura, il mare non modifica il clima, ma questo resta continentale, le piene per causa di pioggie avvengono raramente. Ciò verificasi pure nella regione montuosa, quando il clima si mantiene, come si disse, marino; le nevi, anche prima che finisca l'inverno, incominciano talvolta a sciogliersi, aiutate non raramente da forti pioggie. Il suolo, prima di cadere le nevi, spesso è gelato e quindi impermeabile, sicchè le pioggie che sopravvengono non filtrano e devono smaltirsi rapidamente; le piene assumono così profili a punte.

Questa diversa influenza così marcata del mare, manifestasi principalmente nei fiumi della Germania settentrionale: nell'Ems, tronco inferiore e tronco medio, si ha un clima marino, mentre nella Memel il clima è continentale tanto nel tronco di pianura, quanto in quello mediano montuoso. Il consigliere intimo Keller dimostra appunto nei due fiumi la varia differenza dell' influenza del mare, e viene alla conclusione che i fiumi orientali della Germania settentrionale con clima continentale, hanno piene di pioggie nell'estate e piene di scioglimento delle nevi nell' inverno (a primavera). I fiumi invece occidentali, con clima marino, hanno in inverno piene di pioggie e di scioglimento di neve insieme, e in estate, solo per eccezione, piene straordinarie.

*

Un'altra considerazione da farsi nello studio delle piene dei corsi d'acqua è quella delle variazioni del livello delle piene medie nel giro di un anno, ossia nei vari mesi. È evidente che in questo vi deve essere diversità da fiume a fiume, dipendendo non solo dalla provenienza del corso principale, ma da quella degli affluenti nei vari tronchi. Nel tronco superiore la provenienza è d'ordinario diversa da quella degli affluenti nel tronco inferiore; ora ciò ha per conseguenza che bene spesso in diverse stagioni dell'anno le piene degli

uni non solo non coincidono con quelle degli altri, ma non si succedono nemmeno in prossimità di tempo. Perciò uno studio di questo genere non si può fare che sopra un determinato corso d'acqua, del quale si conosca bene la giacitura, il bacino imbrifero e la natura dei bacini dei singoli affluenti.

L'ispettore Keller nella sua conferenza ha in vista i principali fiumi della Germania: l'Oder e la Vistola; poi l'Elba, i fiumi orientali e quelli più occidentali, e ne fa un paragone seguendoli nelle loro manifestazioni principali. Indi passa ad esaminare il Reno e il Danubio, e istituisce fra essi un confronto ricercando per ciascuno la ripartizione delle piene nelle varie stagioni dell'anno. L'uno e l'altro sono alimentati da corsi d'acqua discendenti da regioni montuose, a cominciare dalle più elevate, e giù giù fino alle catene di media altitudine. L'A. studia l'influenza che questa conformazione dei bacini ha sulla manifestazione delle loro piene, e noi possiamo dedurre da tutto il suo esame delle considerazioni d' ordine generale, che cioè talvolta le piene di vari corsi d'acqua appartenenti a bacini affatto diversi sono originate da una medesima condizione di tempo, vale a dire che le pioggie dirotte e continuate assumono tale un'estensione da produrre gli stessi fenomeni di piena in vari corsi d'acqua. Così per es.: nei fiumi della Germania orientale, non escluso il Danubio austriaco, le piene estive sono numerose e dovute a forti precipitazioni estese su scala assai vasta; mentre nei fiumi della regione occidentale tali precipitazioni così estese sono rarissime in estate e alquanto più frequenti in inverno. Per rendere il fenomeno ben visibile è d'uopo ricercare quelle piene che si verificarono contemporaneamente in parecchi corsi d'acqua, non mai in meno di due.

Nel secolo XIX di 30 piene estive, dove ciò è avvenuto, 25 sono dovute alla stessa serie di pioggie; e in tutte l'Oder si trova sempre coinvolto colla Vistola e coll'Elba o col Danubio, spesso anche con due di essi simultaneamente. Nelle regioni medie della Germania occidentale una volta sola (giugno-luglio 1871) si è verificato un caso simile, nel quale gonfiarono contemporaneamente il Weser, l'Elba e il Reno, ma la piena non fu delle straordinarie.

Nel luglio 1342, per quanto raccontano i cronisti, pare

che ciò si sia pure verificato e sopra una scala assai più vasta.

Invece lo stesso fenomeno ha luogo e con un' estensione ancora maggiore per le piene invernali dovute allo scioglimento delle nevi, delle quali nel secolo XIX, 46 hanno colpito più e non mai meno di due fiumi; d' ordinario quelli delle regioni occidentale e centrale della Germania settentrionale (Weser, Ems e il Reno inferiore; dopo l' Elba e l'Oder), ossia con predilezione quei fiumi che si trovano nelle regioni dove domina il clima marino; in seconda linea quelli delle regioni dove si ha un clima di transizione o di passaggio fra il marino e il continentale.

Se si considerano tutte le piene di un lungo periodo, per es. di un secolo, si trova che esse si sono succedute numerose regolarmente per alcuni anni, e poi cessarono quasi affatto per altri. Pei fiumi della Germania questi periodi con molte piene sono di cinque anni, e pure di cinque anni i periodi quasi senza piene. Però i lustri ricchi di piene si raggruppano alla loro volta e si avvicendano con gruppi uguali di lustri senza piene.

Questo fenomeno pare sia generale, solo il periodo può constare di un numero d'anni diverso. Pei fiumi della Germania l'ispettore Keller ha raccolto tutti i dati che è stato possibile rinvenire, e n'è risultato che per ciascuno di essi si sono avute molte piene nei ventennii 1836-1855 e 1876-1895; mentre nel ventennio intermedio 1856-1875 le piene furono scarsissime, tanto che in ciascuno dei due primi periodi si ebbero 1,9 piene, più che non nell'altro nel quale vi furono molti anni caldissimi e di grande siccità. Pel ventennio precedente 1816-1835 non si sono potuti raccogliere i dati che per alcuni fiumi, ma per essi la stessa legge si è verificata, ossia le piene furono rarissime.

Questa questione si collega coll'altra che da molti anni occupa non solo i tecnici, ma attrae l'attenzione di tutte le persone che hanno un interesse più o meno lontano nelle inondazioni; se cioè le piene sono andate aumentando negli ultimi decennii di numero e di intensità. Alla quale asserzione si oppone l'altra, che la loro frequenza è soggetta a delle alternative di massima e minima. Per risolvere il problema non si hanno ancora elementi sufficienti; le osser-

vazioni abbracciano un periodo di tempo troppo breve, lo stesso Keller osserva nella sua conferenza che sebbene le osservazioni continuate dopo il 1895 e fino a tutt'oggi non contraddicano la legge di successione di periodi ricchi di piene a periodi poveri, pure non si crede autorizzato a tirare una conclusione definitiva. D'altra parte però, non è lecito allo stato attuale il conchiudere che le piene sono andate crescendo di numero e le inondazioni aumentando per intensità e disastrose conseguenze. Ciò si è creduto di potere ritenere perchè al periodo di calma 1856-1875 è succeduto un periodo calamitoso dal 1876 al 1895, ma si dimentica che il periodo 1836-1855, che ha preceduto il primo, è stato più ricco di piene e forse anche maggiormente disastrose del ventennio 1876-1895.

*

Nella chiusa della sua conferenza l'A. accenna brevemente ai provvedimenti escogitati per ovviare ai pericoli delle piene. Fino dalla più remota antichità i frontisti dei corsi d'acqua hanno cercato di mettersi al sicuro contro le esondazioni e gli straripamenti, costruendo degli argini diretti a contenere le piene. La loro costruzione, senza un indirizzo in armonia con le leggi dell'idraulica e senza preoccuparsi di facilitare e favorire lo scolo delle piene, condusse spesso a conseguenze disastrose, poichè i ristringimenti di sezione hanno accresciuto l'altezza delle piene con pericolo non solo per le campagne adiacenti, ma anche per quelle a valle. Perciò, ora che si comprende la necessità di assegnare alle piene un alveo atto a smaltirle, si cerca di potere riparare nei punti minacciati, modificando la posizione di tali argini si da aumentare la sezione dell'alveo e rendere possibile alle piene, dove il loro pelo è stato sopraelevato, di allargarsi diminuendo così il loro livello, e si procura di impedire ulteriori restringimenti di sezione là dove per fortuna non sono ancora avvenuti.

Il meglio che nelle condizioni attuali si possa ancora fare consiste nell'allontanare tutti gli ostacoli che si oppongono o rendono difficile lo scolo dall'alveo e dalle golene fra gli argini esistenti, le quali non si può evidentemente impedire che vengano sommerse. Del resto se si utilizzano le golene

come pascoli, le piene, coi loro depositi di limo, vi fanno più bene che male.

L'Autore tocca anche il provvedimento dei serbatoi, e noi ci compiaciamo di vedere che, dopo esperienze e studi accurati, quali sonosi venuti istituendo in Germania negli ultimi anni, la conclusione torni conforme alle opinioni da noi manifestate altra volta (1) e in varie occasioni ripetute. È noto che questo provvedimento era stato proposto in Francia sotto gli auspici di Napoleone III ed aveva dapprima suscitato un entusiasmo generale; ma dopo una lunga serie di studi e progetti, si finì per comprendere che non era atto a scemare il pericolo delle inondazioni come rimedio generale, pur non escludendo la sua efficacia in qualche caso speciale.

Queste idee durarono fatica a farsi strada, ma poi furono unanimemente accolte. Molti anni dopo, precisamente quando noi richiamammo in Italia l'attenzione sul pericolo di adottare tale provvedimento, pareva volesse tornare a galla da noi, ma fu presto abbandonato. Invece in Germania l'idea prese piede, trovò fautori e il Governo seriamente se ne occupò. Appunto in seguito agli studi eseguiti dal Comitato, alla cui testa trovavasi l'ispettore Keller, si fecero alcune proposte e progetti. L'esame e lo studio di questi fu confidato a varie Commissioni, e ciò che ora l'ispettore Keller scrive in proposito è precisamente il risultato di tali studi in relazione alle condizioni idrografichi della Germania settentrionale.

Le piene iemali che nei fiumi delle regioni orientali vengono specialmente dalla pianura, non si possono evitare o scemare colla costruzione di serbatoi nella parte montuosa; esse richiedono sopratutto un alveo libero, sgombro di ostacoli, capace di contenerle e di smaltirle; e tanto più in quanto sono accompagnate quasi sempre da trasporti di ghiaccio. Dunque, per esse il rimedio in esame viene senz'altro eliminato.

---

(1) *Dei grandi serbatoi proposti come provvedimento per scemare la portata delle piene fluviali.* — Considerazioni pubblicate nell' « Ingegneria Civile », 1885, N. 11.

Le piene estive nei fiumi della Germania vengono dal tronco superiore, montuoso; perchè esse riescano innocue, bisognerebbe che la loro portata fosse ridotta a tale da smaltirsi senza uscire dall'alveo. Per raggiungere questo scopo è d'uopo trattenere nel bacino superiore la maggiore quantità d'acqua possibile, il che può farsi con efficacia quando si tratti di un fiume che non abbia piene veramente straordinarie, come, per esempio, il Weser.

Infatti per questo corso d'acqua si è previsto nel bacino del suo affluente Eder, il più selvaggio e temibile per le piene, un serbatoio della capienza di 170 milioni di metri cubi; e pare che si possa così riuscire a rendere innocue le sue piene estive, almeno secondo le previsioni. Però, con questo non si ottiene lo stesso risultato sul fiume principale, il Weser. Si diminuiscono, sì, le sue piene, ma una eliminazione completa del pericolo non si raggiunge per il tronco arginato a valle di Hoya, o per lo meno non si potrà lasciarlo senz'argini, il che riviene allo stesso. Dagli studi fatti, risulta che colla costruzione del gigantesco serbatoio nella valle dell'Eder, si può diminuire la portata al minuto secondo presso Hoya dell'11 0[0. Per ottenere una riduzione maggiore bisognerebbe costruire altri serbatoi sugli altri affluenti del Weser, il che non è possibile, perchè non presentano condizioni favorevoli come l'Eder. Questo esempio, osserva Keller, basta per dimostrare come la costruzione di un lago artificiale di dimensioni così straordinarie, come difficilmente altrove potrà essere possibile, e col quale si eliminano quasi completamente i pericoli delle piene nell'influente Eder, perda considerevolmente della sua efficacia pei tronchi inferiori.

Si sono proposti anche per alcuni affluenti dell'Oder e dell'Elba dei serbatoi analoghi, ma di gran lunga assai più piccoli; le condizioni però delle vallate non sono così favorevoli come per l'Eder, perciò giustamente l'ispettore Keller mette in dubbio per questi fiumi l'efficacia del provvedimento.

Le piene estive nell'Oder e nell'Elba sono considerevoli ed hanno portate veramente straordinarie; per raggiungere un risultato anche solo per poco soddisfacente, si dovrebbe costruire una serie di grandi serbatoi, che richie-

derebbe già una spesa assai notevole. Inoltre dagli studi fatti è risultato che le condizioni tecniche ed economiche sono tali che non è possibile di costruire i serbatoi in quelle località dove sarebbero richiesti per raggiungere lo scopo desiderato di regolare lo smaltimento delle piene, in modo da renderle innocue. I fautori del sistema non si rendono abbastanza conto delle quantità enormi d'acqua che si dovrebbero raccogliere e trattenere, e per averne un'idea vogliamo citare un solo esempio: il Danubio nella piena del settembre 1899 portava nelle vicinanze di Vienna 6,5 miliardi di metri cubi, ossia 6,5 chilometri cubici, e secondo altri 10,40 chilometri cubici. Nella piena dal 28 luglio al 14 agosto 1897 una quantità d'acqua di 7,56 chilometri cubici; sono cifre che spaventano.

Il Reno superiore ha delle piene straordinarie, tanto in estate quanto nell'inverno, e ciò, nonostante la natura abbia applicato su larga scala il provvedimento che ora gli uomini hanno escogitato, tanto da rattenere in una sola giornata fino a 415 milioni di metri cubi d'acqua; dei quali il lago di Costanza, da sè solo in 24 ore, ha trattenuto 183 milioni di metri cubi. I laghi del bacino dell'Aare hanno una capacità di immagazzinamento non inferiore, e la quantità d'acqua che possono trattenere in 24 ore viene stimata a 232 milioni di metri cubi. La coincidenza di azione di tutti questi bacini naturali si è verificata nella piena del giugno 1876. Eppure il Reno presso Basilea ritorna ad acquistare nelle piene una portata pericolosa. Ora che sono i laghi artificiali degli uomini, esclama Keller, in confronto di questi giganteschi serbatoi che la natura ha creato!

Dopo tale esclamazione l'ispettore Keller chiude la sua conferenza con queste parole: « Nei maggiori fiumi della Germania, non è possibile dominare le piene trattenendo nei bacini montani le acque di essi; non facciamoci illusioni, a un provvedimento di questa natura è d'uopo rinunciare. Non è in nostra facoltà di impedire la formazione e l'aumento delle piene; invece è possibile di facilitare il loro scolo e di scemare i danni che possono produrre. Ciò puossi ottenere specialmente migliorando il sistema delle arginature, all'intento di creare un alveo capace di contenere le grandi piene, di appiattire il colmo delle medesime

e di diminuire la velocità di propagazione. Bisogna mantenere libero l'alveo di inondazione; impedire che si facciano delle usurpazioni e si diminuiscano le golene; e allontanare gli ostacoli nei punti pericolosi ».

A questo augurio noi facciamo plauso e sottoscriviamo senza riserve, perchè riteniamo che di tutti i provvedimenti proposti per scemare i pericoli delle piene, questo sia l'unico che possa riuscire, se non completamente efficace, certo tanto per quanto su questa via è possibile di raggiungere.

Teramo.

AMM. PROV. DI TORINO
№ 15661
115813

TORINO - TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO - TORINO

Ing. Prof. CAMILLO GUIDI

L'ELLISSE DI ELASTICITÀ

NELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Appendice al Corso di Scienze delle Costruzioni dell'anno 1903-904

Con 17 figure nel testo — Prezzo: Lire **1.**

Ing. **PIETRO VEROLE**

ELETTROTERMICA

APPLICAZIONI DEL RISCALDAMENTO ELETTRICO

ALLA ECONOMIA DOMESTICA

Riscaldamento dei locali di abitazione, riscaldamento dei liquidi e delle vivande, ecc.

Un volume di pagine 176 con 152 figure nel testo — LIRE **3.**

Ing. **ANTONIO ALBERTINI**

MANUALE DI CAMPAGNA

pel Tracciamento di Raccordi circolari in Coordinate polari

Serve per gli Ingegneri, i Geometri ed i Costruttori di lavori stradali o fluviali

Contiene Tavole N. 2 per istrumento
tanto a graduazione sessagesimale che centesimale

Prezzo: Lire 2,50.

Ing. **G. B. MAFFIOTTI**

Tabella per la Riduzione all'Orizzonte

DELLE DISTANZE LETTE SULLA STADIA

Prezzo: Lire 2.

TORINO - TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO - TORINO

ANNO XXX

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO

DIRETTO

dall'Ing. Comm. GIOVANNI SACHERI

CON UN'ELETTA D'INGEGNERI E INDUSTRIALI ITALIANI E STRANIERI

Si pubblicano 18 fascicoli all'anno.

Contiene le seguenti rubriche: *Architettura civile - Costruzioni stradali ed idrauliche - Geometria pratica e strumenti di osservazione - Meccanica applicata e resistenza dei materiali - Idraulica pratica - Macchine a vapore e ferrovie - Industrie meccaniche - Fisica tecnologica - Chimica industriale ed agraria - Questioni economiche - Bibliografia - Necrologie, ecc.*

Abbonamento annuo: Lire 15 - Per l'Estero (Unione postale) Lire 18

Abbonamenti cumulativi ai seguenti Periodici:

L'*Ingegneria Civile*	L. 15	Lire 35 ridotte a L. 32
L'*Arte Decorativa Moderna* . .	» 20	(per l'Estero L. 36)
L'*Ingegneria Civile*	L. 15	Lire 35 ridotte a L. 32
L'*Architettura Pratica*	» 20	(per l'Estero L. 36)
L'*Ingegneria Civile*	L. 15	Lire 21 ridotte a L. 20
Le *Memorie di un Architetto*. .	» 6	(per l'Estero L. 23)
L'*Ingegneria Civile*	L. 15	Lire 27 ridotte a L. 25
L'*Ingegnere Igienista*.	» 12	(per l'Estero L. 29)

Abbonamenti cumulativi a tutti i suddetti Periodici:

Lire 65 invece di L. 73 (per l'Estero L. 78).

REPERTORIO ALFABETICO

delle prime 25 annate (1875-1899)

del Periodico L'INGEGNERIA CIVILE E LE ARTI INDUSTRIALI

COMPILATO

dall'Ing. FRANCESCO BOGLIETTI

E DIVISO IN QUATTRO PARTI:

I. Argomenti trattati - II. Bibliografie - III. Necrologie - IV. Elenco degli autori

Si dà gratis ai signori Associati all'*Ingegneria Civile*.